

O contributo da climatologia para o desenho de políticas de promoção de sustentabilidade urbana eficazes – estudo de caso no Porto (Portugal)

ANA MONTEIRO

Departamento Geografia da UP; Instituto de Saúde Pública da UP; CITTA
Telef. +351919698402; anamonteirosousa@gmail.com

VANIA CARVALHO

Project PTDC/SAU-ESA/73016/2006, FMUP, Instituto de Saúde Pública da UP, CITTA
Telef - +351918235406, carvalho.vania@gmail.com

1.Introdução

A busca de políticas e acções que tornem as cidades habitáveis implica uma reflexão prévia sobre qual é a visão de cidade em que estamos a pensar e, naturalmente também sobre o significado de habitabilidade a que nos referimos. Num espaço urbano nem uma nem o outro podem alguma vez ter uma única resposta. Dependem e muito das características da sociedade em causa, da cultura, do grau de desenvolvimento sócio-económico, do contexto ambiental e do formato de bem-estar, qualidade e saúde esperados. Mais, numa cidade será preciso considerar sempre a presença de um *puzzle* complexo de expectativas já que uma das características intrínsecas dos espaços urbanos é a coabitação em espaços muito próximos de caldos culturais e sócio-económicos muito diversos.

Para concretizar o conceito de cidade e a noção de habitabilidade onde pretendemos propiciar respostas mais satisfatórias para a sociedade sem delapidar as outras componentes do ecossistema, é obrigatório começar por reconhecer que esta geração não é a primeira a fazê-lo. Convém lembrar que a preferência dos seres humanos pelo modo de vida urbano tem mais de 10000 anos embora a expressão insistente de preocupação com a sua sustentabilidade seja muito mais recente e tenha como motivação principal a proliferação de impactes negativos na qualidade de vida, no bem-estar e na saúde dos residentes e utilizadores das cidades. De facto, o que mudou actualmente é a causa. Confrontados com as dificuldades em encontrar medidas de mitigação eficazes que garantam simultaneamente o mesmo estilo de vida e minimizem os riscos, os seres humanos, reagem com surpresa e perplexidade. Apesar de pertencerem a uma etapa do desenvolvimento da espécie mais preparada graças à ciência e à tecnologia, os seres humanos continuam a sentir-se desprotegidos perante algumas respostas do ecossistema. Por isso, talvez seja prioritário olhar para o passado e tentar perceber se o caminho escolhido para resolver as inúmeras conflitualidades emergentes que tornam as cidades inabitáveis deve continuar a passar mais pela criatividade arquitectónica, estrutural e funcional das cidades ou se deve insistir sobretudo numa mudança substantiva dos padrões de qualidade de vida, bem-estar e saúde.

O ser humano soube desde os primórdios da sua existência que para sobreviver como espécie dependia do equilíbrio com que conseguisse aproveitar os recursos disponíveis à superfície da Terra. Extrair recursos do planeta a um ritmo mais acelerado do que o da sua reposição natural foi durante muitos milhares de anos interpretado como um risco. Só muito recentemente é que esta noção foi diluída pela sobrevalorização das capacidades da ciência e da técnica para resolver todos os desequilíbrios. As cidades onde o elogio da ciência, da técnica e da criatividade foi mais exaltado e tornaram-se invólucros de grande opacidade para a observação das características sistémicas do planeta. Tanto o ritmo quotidiano como a vitalidade dos fluxos de pessoas, bens e informações como ainda a intensa experimentação no domínio da artificialização do espaço, favoreceram uma construção de cidade que intercepta atomizando o princípio de coesão intrínseco ao ecossistema e a todos os seus subsistemas.

Para compreender as razões inerentes à ineficácia da maioria das estratégias de sustentabilidade tentadas nos mais diversos espaços urbanos precisamos de ter presente o contexto civilizacional em que elas apareceram e recordar que a vontade dos seres humanos em transformarem-se num dos actores mais intervenientes no ecossistema é um processo que tem mais de 6 milhões de anos (Fig. 1).

Talvez seja útil lembrar que as dificuldades que enfrentamos hoje são parte integrante de um longo e lento processo de hominização em que, para se adaptar, o ser humano foi sofrendo uma evolução física e mental. A aquisição de verticalidade, pela bipedia e pela libertação da mão estimulou o cérebro que aumentou o seu volume (de 450cm³ para 1500 cm³) e dotou a espécie de novas competências por exemplo no que respeita ao horizonte visual, à manipulação e à apreensão de uma variedade de objectos e até de outros seres vivos presentes à superfície da Terra. Há quem defenda que esta assumpção da bipedia terá sido uma das maiores vantagens mas também o motivo da vulnerabilidade actual. Ao ganhar uma nova perspectiva sobre os outros elementos do ecossistema, iniciou um processo de descolagem do conjunto que estará, eventualmente, a dificultar-lhe ainda hoje a leitura do modo de relacionamento entre todas as componentes do suporte biogeofísico (ar, água, fauna e flora). A perda da noção de pertença ao conjunto pode ser uma das principais razões pelas quais não temos tido o sucesso desejado na articulação das expectativas de bem-estar com a oferta disponibilizada no sítio escolhido.

ANA MONTEIRO

-VII SEMINARIO DE URBANISMO INTERNACIONAL (SUI) - *Temas y proyectos para una ciudad habitable*. Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, Mexico, 25-29 Abril 2011.

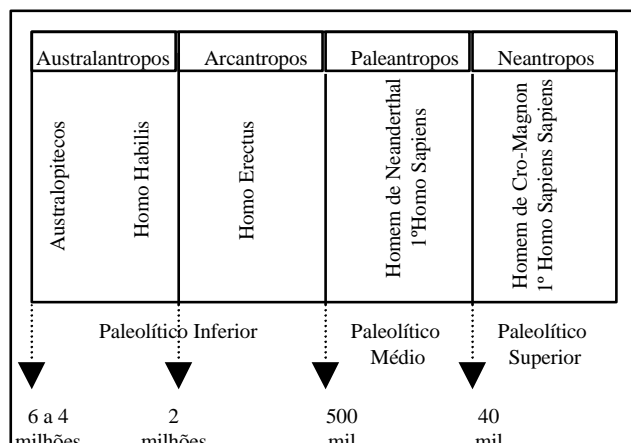


Fig. 1 – Processo de Hominização durante o Paleolítico.

Desde a pré-história que, na sua luta pela sobrevivência, os seres humanos adoptaram diversas estratégias de defesa relativamente às características hostis do espaço envolvente. Procuraram, por exemplo, viver em grupo para se poderem defender melhor e, como recolectores, tentaram acomodar-se ao meio natural sendo nómadas e movimentando-se apenas entre latitudes baixas. A itinerância permitia-lhes resguardarem-se das condições climáticas adversas que o vestuário rudimentar e os abrigos provisórios não protegiam.

Todavia, com a descoberta do fogo, os seres humanos passaram a actuar de forma mais activa no ecossistema e a permitirem-se viver em contextos climáticos mais desfavoráveis. Esta etapa de desenvolvimento significou uma maior destruição da vegetação, através das queimadas, e de outros seres vivos já que o fogo era também um importante instrumento de ataque e de defesa.

Depois, com a revolução agrícola os seres humanos sedentarizaram-se e apesar de terem uma panóplia de novas defesas incrementaram a sua vulnerabilidade a alguns dos sinais indesejados nomeadamente do sistema climático. Apesar de terem melhorado os abrigos e escolhido locais privilegiados para a sua localização, a ilusão de domínio sobre o meio, o desrespeito e a irreverência relativamente a todos os outros elementos do ecossistema começou a distanciá-los demasiado da observação dos processos em curso no ecossistema. Esta distração custou-lhe diversas perdas desnecessárias.

Repare-se como apesar de o fazerem talvez de forma intuitiva, as velhas civilizações, como por exemplo as situadas no Egipto, no Vale do Indo, na Assíria e na Pérsia, procuraram sempre viver em áreas cuja isotérmica média anual correspondia a 20º C. E, mesmo assim, nos meses de Verão havia, nestas sociedades, uma redução do trabalho em resposta ao que se denomina actualmente por “desconforto térmico”. Mesmo as civilizações que desabrocharam em locais de clima temperado localizadas mais a Norte, com uma temperatura média anual mais baixa, foram, à medida que se iam desenvolvendo, procurando expandir-se para Sul talvez em busca dos lugares com a referida isotérmica de 20º C (ex: Grécia Clássica, Império Romano, etc.).

A revolução urbana que sucedeu no momento em que a exploração dos recursos naturais começou a gerar excedentes em quantidade suficiente para que nem todos tivessem que se preocupar com a produção dos seus alimentos, libertou alguns seres humanos desta preocupação primária e incentivou a sua criatividade conduzindo, por exemplo, à possibilidade de construir cidades estrutural, estética e funcionalmente semelhantes em qualquer (sub)zona climática, e, em qualquer contexto geográfico.

Contudo, este salto qualitativo nas prioridades de qualidade de vida e bem-estar da espécie humana que deixou de ter a sobrevivência como único foco e passou a eleger outros atributos, contribuiu novamente para apagar da memória a coesão em que se alicerça todo o ecossistema.

Rapidamente, o *modus vivendi* urbano passou a ser a resposta mais adequada às expectativas de qualidade de vida de um cortejo de pessoas que se orientam cada vez mais pelo gosto de um “estilo internacional” (Fig. 2 e 3).

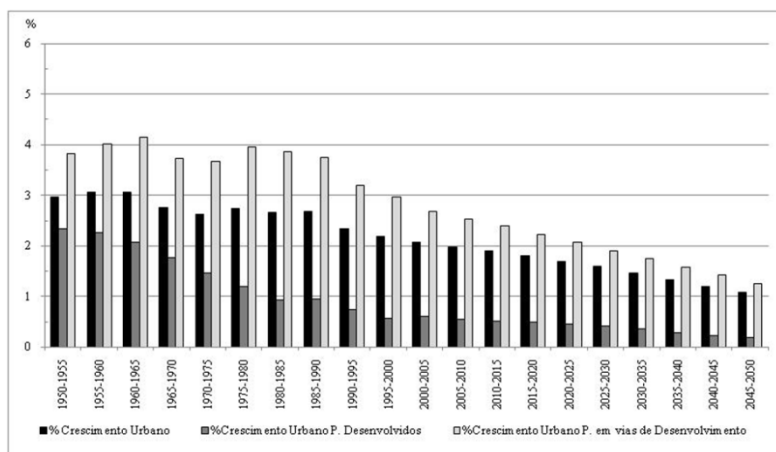


Fig. 2 – Taxa de crescimento urbano 1950-2050 (UNPD, 2007).

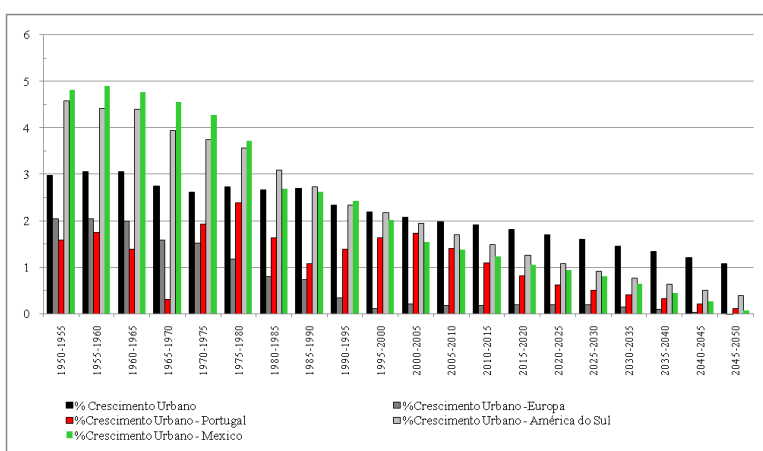


Fig. 3 – Taxa de crescimento urbano, 1950-2050, na Europa, em Portugal, na América Latina e no México (UNPD, 2007).

Actualmente, o ritmo a que emergem e crescem as cidades em contextos sócio-económicos de grande vulnerabilidade social, política e ambiental é elevadíssimo (Fig.3).

Esta nova redistribuição da população no mundo e do tipo de ocupação do solo e de consumo de recursos naturais no Planeta é substantivamente diferente do que acontecia na primeira metade do século XX. Actualmente, mais de 50% da população ocupa apenas 2,8% da área útil do Planeta. O facto dos seres humanos passarem a ocupar muito menos espaço *per capita* mas com um estilo de vida e padrão de bem-estar muito mais exigente no consumo de recursos, significou um aumento substantivo da sua pegada ecológica. O balanço entre a capacidade ecológica do território e a pegada ecológica gerada por este novo modelo de ocupação do espaço passou a ser, na maioria dos países, muito deficitário. Em 2010, o deficit ecológico já era, em média no globo de -0,9ha/per capita, em Portugal de -2,3ha/per capita e no México de -1,5ha/per capita.

A inovação científica e tecnológica muito facilitada nos espaços urbanos, propiciou novas descobertas em domínios tão diversos como a farmacologia, a microbiologia, a biotecnologia, a mecânica, etc. Isto associado a melhores condições de acesso aos serviços de saúde, de saneamento, tratamento de resíduos, abastecimento público de água, habitação, educação e cultura, transformou a cidade num espaço muito apetecido por cada vez mais pessoas.

O apelo da cidade foi e é portanto, um chamamento lógico para quem almeja melhor qualidade de vida embora a história demonstre que é um objectivo nem sempre alcançado por todos. Optar pelo modo de vida urbano significa um movimento de mudança para outra organização da sociedade onde as relações de trabalho, os papéis de cada um, o conceito de família, a liberdade individual, as oportunidades e o acesso a serviços são muito diversos dos existentes nos contextos rurais. Trata-se portanto de uma decisão em busca de melhor qualidade de vida, bem estar e saúde.

Para além de um processo de metamorfose profunda do ponto de vista social, a urbanização significa também um processo de grande transformação territorial já que pressupõe a acomodação num suporte espacial muito restrito de um conjunto de pessoas e actividades numeroso e diversificado. Isto, só por si, obriga a uma profunda artificialização do espaço e cria um enorme desequilíbrio, à escala local, entre o número de pessoas e actividades e os recursos naturais disponíveis. Desproporção compensada pela importação de matérias-primas, recursos naturais e alimentos do exterior e pela exportação de desperdícios.

ANA MONTEIRO

-VII SEMINARIO DE URBANISMO INTERNACIONAL (SUI) - *Temas y proyectos para una ciudad habitable*. Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, Mexico, 25-29 Abril 2011.

Como em qualquer sistema aberto, na cidade também os riscos de desorganização temporária dos fluxos de entrada e saída quer de matéria, quer de energia são frequentes. Algumas vezes até impossíveis de reorientar a contento de todas as peças do puzzle. E, convém recordar que se trata de um puzzle muito complexo onde convivem, em circunstâncias de grande proximidade territorial, pessoas com características sociais, culturais e económicas muito diversas. Na cidade, cada indivíduo tem oportunidade de observar com grande facilidade outros padrões de qualidade de vida e de bem estar e, se entender que são melhores que os seus, reivindicá-los também para si. Assim, o cortejo de pessoas em busca do que consideram ser melhor qualidade de vida é, nas cidades, muitas vezes enorme e insaciável. Por isso, é necessário planear e gerir os atributos de cada peça do espaço urbano, tendo em conta as pessoas e as características do suporte biogeofísico onde se acomodam.

De facto, nas últimas três décadas do séc.XX, a energia barata e o progresso científico e tecnológico legitimaram a replicação de opções de planeamento urbano idênticas em contextos geográficos muito diverso. O modelo vigente procurou sobretudo garantir pavimentos urbanos absolutamente secos, sistemas de drenagem de águas pluviais e de esgotos bem como de recolha de resíduos eficazes. A flora, a fauna, os recursos hídricos, a geomorfologia ou mesmo o clima foram digeridos neste modelo apenas como cenários. Em alguns casos estes elementos do ecossistema foram interpretados como úteis para a promoção de actividades de lazer e recreio, enquanto noutros foram considerados absolutamente repulsivos e, por isso mesmo, atirados para os espaços ignorados dentro da cidade. Assim, a imagem das cidades ficou muito mais dependente da capacidade económica de injectar tecnologia e energia e muito pouco dependente do sítio e do lugar geográfico.

Para sobreviver e vencer em espaços exíguos, o Homem urbano português perdeu, completamente, a noção das suas múltiplas relações de dependência do espaço envolvente. O modo como a água que usa dentro de casa é colocada à sua disposição não o leva a pensar no rio, na fonte ou na nascente donde ela vem. A canalização dos esgotos para a rede de saneamento é suficientemente eficiente, para não dar sequer tempo de apreciar as profundas diferenças na composição química entre a água que saiu da torneira e a que se escoia para o esgoto. E, onde vai desaguar a intrincada rede de saneamento? É certamente muito, muito longe, num lugar que, normalmente, evitaremos quando procurarmos descansar "ao ar livre". A cadeia trófica do cidadão urbano, como afirmam alguns autores, resume-se ao percurso curto entre o supermercado e o balde do lixo (Monteiro, 1997).

Considerando a oferta esperada pelo conceito moderno de espaço urbano é, pelo menos aparentemente, uma impossibilidade pretender promover a sua sustentabilidade. As duas noções – cidade e sustentabilidade – parecem racionalmente incompatíveis. Por isso, é urgente encontrar bons motivos para alterar os actuais paradigmas. O comportamento do sistema climático pode ser um motor de reaprendizagem das interdependências dentro do ecossistema, nomeadamente do urbano, incentivando uma mudança nas expectativas e nas atitudes.

2. O clima enquanto oportunidade de reposicionamento do ser humano no ecossistema

O clima e o estado de tempo, têm vindo a interessar cada vez mais o cidadão comum, sobretudo pelas respostas impulsivas com que, de quando em vez, o surpreende. Interferindo com a vida quotidiana e alterando as relações de todas as componentes do Ecossistema, perturba a rotina, gera prejuízos e por isso mesmo pode servir para incentivar outras leituras do espaço que utilizamos.

A operacionalização desta vocação pedagógica da Climatologia, passa pela adopção de um conceito de clima como um sistema aberto, activo e complexo, cuja vitalidade está na dependência directa da capacidade de trocar energia e matéria com o exterior, retardando o mais possível a entropia total.

Encarado como um sistema aberto, o contexto climatológico de um espaço confinado, de uma região, de uma zona climática ou mesmo do Planeta, é passível de uma multiplicidade de estados de equilíbrio, alguns dos quais, podem colocar em risco, a presença de vida à superfície da terra.

À luz desta perspectiva, a ocorrência quer dos múltiplos acontecimentos extremos, algumas vezes catastróficos, quer de evidências de hipotéticas alterações climáticas, passam a poder explicar-se como respostas temporárias ou permanentes do sistema climático a modificações no cortejo de inputs ou outputs de energia e/ou massa que vai sendo obrigado a gerir.

A instabilidade que tipifica os estados de equilíbrio de qualquer sistema aberto, alerta para a necessidade de compreender a complexidade deste complexo mobile, que tanto quanto as inúmeras investigações científicas realizadas parecem indicar, é capaz de memorizar acontecimentos e gerar consequências mais tarde no tempo.

No caso do sistema climático, existem algumas regras de funcionamento que ainda desconhecemos e, outras que já conseguimos identificar como por exemplo: i) o clima global, por exemplo, reflecte as várias soluções adoptadas pelos níveis estruturais inferiores (subsistemas climáticos regionais e locais) para filtrar, seleccionar e conduzir a energia e a matéria; ii) as soluções do sistema, plasmadas em qualquer dos níveis estruturais, podem depender só das respostas encontradas pelos níveis inferiores ou pelos níveis superiores ou por ambos; iii) as respostas no sistema climático são impulsivas e ocorrem retardadamente quando a elasticidade é ultrapassada.

Sabendo que o Homem, nomeadamente nos espaços urbanizados, tem contribuído para modificar - travando ou facilitando - alguns dos circuitos de energia e matéria nestes subsistemas climáticos, é relativamente credível admitir que tenha diferentes graus de co-participação, tanto ao nível de resolução geral do sistema climático, como nas suas respostas locais e regionais.

ANA MONTEIRO

-VII SEMINARIO DE URBANISMO INTERNACIONAL (SUI) - Temas y proyectos para una ciudad habitable. Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, Mexico, 25-29 Abril 2011.

Tanto num caso como noutro, este exercício de compreensão do sistema climático pode ser muito útil para estimular, por exemplo, uma gestão mais harmoniosa dos territórios urbanizados.

Sobretudo no último caso, a evidência de relações de causalidade entre o tipo e a intensidade de uso do espaço urbano e os mosaicos climáticos locais gerados é facilmente demonstrável como se viu já em diversas cidades alvo de monitorização identificar a forma e a magnitude da ilha de calor urbano.

3.A ilha de calor urbano como indicador da necessidade de outro paradigma de cidade

Podemos socorrer-nos da cidade do Porto (Portugal) porque é, apesar da sua reduzida dimensão, do seu sítio e posição geográfica, um bom exemplo das evidências de causalidade entre o tipo de uso do espaço urbano e as respostas do sistema climático local ao nível do balanço energético (Fig.4).

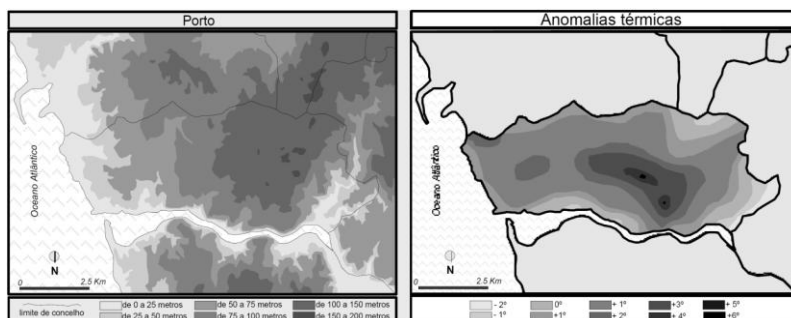


Fig. 4 – Forma e magnitude das anomalias térmicas nocturnas resultantes da monitorização realizada durante medições itinerantes (1987-2010).

O balanço energético que emerge na forma e magnitude das anomalias térmicas resulta da combinação entre as condições para as entradas e as saídas de energia que os subsistemas climáticos portuenses permitem. A equação $Q_s + Q_f + Q_i = Q_l + Q_g + Q_e$ definida por Douglas (1983), varia muito de acordo com as características de cada área da cidade para cidade. A morfologia da área, a volumetria do espaço construído, a cor e os materiais de construção dos edifícios, o tipo de pavimento das ruas. A dimensão da cidade, em termos de população, o tipo de tecido industrial e a fluidez de circulação do tráfego interferem, também, no resultado final desta equação.

Enquanto o Q_f é sempre superior na cidade, relativamente à sua periferia, o Q_s e o Q_l são normalmente mais baixos. O Q_s é menor nas áreas urbanizadas porque a quantidade de partículas presentes na baixa troposfera urbana é muito maior, e, portanto, a radiação solar vai sendo absorvida e /ou reflectida, chegando à superfície em menor quantidade. As perdas de calor por evaporação (Q_l) são, também, inferiores no meio urbano, pela simples razão de que neste não há tanta água disponível para evaporar. O bom funcionamento do metabolismo urbano não se compadece com a presença da água precipitada muito tempo à superfície, sob pena de provocar congestionamentos na circulação de bens, serviços e informações, de todo indesejáveis.

Da importância relativa que o total de energia libertada, tanto pelos seres humanos e outros animais, como pelas actividades económicas (Q_f), tiver face ao total de energia proveniente da radiação solar (Q_s) e do interior da terra (Q_i), dependerá a ordem de grandeza do excedente energético disponível para ser transportado, por condução e/ou perdido por irradiação. Como não estão facilitadas as perdas por evaporação (Q_l), e a capacidade de armazenamento no seio do espaço construído é grande, quer pela densidade de ocupação, quer pelo tipo de materiais, quer pela geometria, parece óbvio que o balanço final entre as perdas e os ganhos, nos meios urbanos, não é nulo. Favorecendo um leque mais diversificado de entradas de energia e bloqueando algumas das possíveis vias de saída da mesma, a cidade cria condições para se tornar, no seu todo, ou em parte, naquilo que vulgarmente se tem designado por "ilha de calor".

No Porto vislumbram-se já, com clareza os efeitos que uma cidade pode provocar no clima regional e local, assim como, as consequências que a modificação de alguns elementos climáticos acarretam para o funcionamento do metabolismo urbano.

As anomalias térmicas positivas ocorrem nas áreas de maior vitalidade na cidade onde o tráfego é mais intenso e onde os skyview factors são menores (Fig. 4).

Se compararmos este resultado com o que Monteiro et al (2009) definiram com a frente e as traseiras da cidade ou o Porto feliz e o Porto infeliz que também pode ser traduzido pelo Porto habitável e inabitável (Fig. 5 e 6), percebe-se que as patologias decorrentes da ineficácia das estratégias de planeamento podem emergir com grande clareza nos sintomas do sistema climático.



Fig. 5 – Densidade Populacional (Monteiro e tal, 2009).

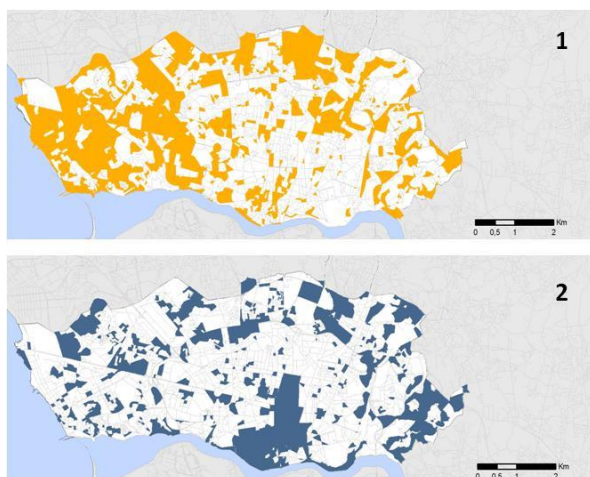


Fig. 6 – A cidade feliz e infeliz. Em 1 foram representadas as taxas de pessoas com ensino superior >31%, desemprego <2,5% e edificado posterior a 1996 >21%. Em 2 foram representadas as taxas de pessoas com iliteracia >16%, desemprego >21% e dependência de idosos >76% (Monteiro et al, 2009 modificado).

Por esse motivo, é tão acertada a utilização da dimensão populacional para estimar a magnitude da “ilha de calor” proposta por Oke e que testamos para o Porto (Tab. 1).

Tab. 1 - Comparação entre as stimativas da magnitude da ilha de calor segundo Oke, 1973 ($DTu-r$ (max.) = $2.01 \log. pop.- 4.06$), em alguns espaços urbanizados europeus com os resultados obtidos nas monitorizações realizadas (Monteiro, 2010).

CIDADE	POP.	T (u-r) observ.	PREVISTA	AUTOR
LONDRES	8 500 000	10°C	9.9°C	CHANDLER, 1965
BERLIM	4 200 000	10°C	9.3°C	GRUNOW, 1936
VIENA	1 870 000	8°C	8.5°C	SCHMIDT, 1927
SHEFFIELD	500 000	8°C	11.5°C	GARNETT, 1966
MALMO	275 000	7.4°C	7.4°C	LINDQVIST, 1972
LISBOA	830 000	4°C-5°C	7.8°C	ALCOFORADO, 1988
COIMBRA	98 000	5°C	6.0°C	GANHO, 1992
PORTO	300 000	6°C-8°C	6.9°C	MONTEIRO, 1992
MATOSINHOS	30 000	?	4.9°C	MONTEIRO, 2001
Srª da HORA	20 000	?	4.5°C	MONTEIRO, 2001
ESPINHO	12 000	?	3.9°C	MONTEIRO, 2001
S.J.MADEIRA	18 970	?	4.5°C	MONTEIRO, 2001

ANA MONTEIRO

-VII SEMINARIO DE URBANISMO INTERNACIONAL (SUI) - Temas y proyectos para una ciudad habitable. Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, Mexico, 25-29 Abril 2011.

As características de emissividade dos materiais tão diversos que existem na cidade e a alteração do *cocktail* gasoso da copa urbana decorrente do tráfego e das múltiplas actividades antrópicas ajudam a explicar os balanços energéticos encontrados (Tab..2 e 3).

Tab. 2 – Materiais e poluentes típicos nos modernos espaços urbanos.

Materiais	Albedo	Emissividade
Asfalto	0.05-0.20	0.95
Betão	0.10-0.35	0.7-0.9
Tijolo	0.2-0.4	0.9
Pedra	0.20-0.35	0.85-0.95
Telha	0.10-0.35	0.9
Lousa	0.1	0.9
Al. ondulado	0.10-0.16	0.13-0.28
Branco	0.5-0.9	0.85-0.95
Vermelho	0.20-0.35	0.85-0.95
Preto	0.02-0.15	0.90-0.98

Adaptado de Oke, 1990, p.281.

Pop. Urbana	Concentração (µg/m3)		
	Partículas	SO ₂	NO ₂
< 10 000	577	35	116
10 000 (SJM; E; SH)	81	18	64
25 000 (M)	87	14	63
100 000	134	69	163
300 000 (P)	120	85	153

Adaptado de Goudie, 1990, p.283

Tab. 3 - Estimativa de concentração de poluentes no Porto utilizando os factores emissão do MHEP, 1980, p.64.

CIDADE	Nº de veículos/dia	Velocidade (km/h)	Estimativa de emissões (kg/km percorrido)			
			CO	CxHy	NOx	SO ₂
PORTO	300 000	35	6 300	780	540	9. 900
		100	4 800	540	1 140	9. 300

Entendido deste modo, o clima pode então passar a ser um elemento pertinente no diagnóstico dos constrangimentos e nas tomadas de decisão sobre o território. Percebe-se que é muito útil incluí-lo no ordenamento do território e que a observação do sistema climático urbano ajuda a perceber e a assumir a limitada capacidade de adaptabilidade e resistência dos seres humanos a pequenas mudanças no contexto climática..

Se optarmos por esta leitura *bottom-up* do modo de relacionamento das sociedades urbanizadas modernas com o sistema climático, torna-se então muito mais fácil imaginar o tipo e a magnitude das consequências dos impactes antrópicos sobre o ecossistema urbano.

Acresce ainda a tudo o que atrás foi dito que a inclusão do comportamento do sistema climático no planeamento e na gestão do território é vital para a sobrevivência da espécie humana nos próximos anos. A sua exclusão dos processos de decisão de localização de pessoas e bens tem-se revelado devastadora directa e indirectamente. Directamente, quando um episódio particularmente chuvoso, uma seca prolongada, uma onda de calor ou uma vaga de frio, causam prejuízos económicos e muitas vezes perdas de vidas humanas inesperadas. Indirectamente, porque ainda que os efeitos se façam sentir em lugares muito afastados dos preferidos pelos seres humanos para viverem, podem condicionar o abastecimento de alimentos e matérias-primas absolutamente determinantes, como já vimos, para a sobrevivência de quem reside na cidade.

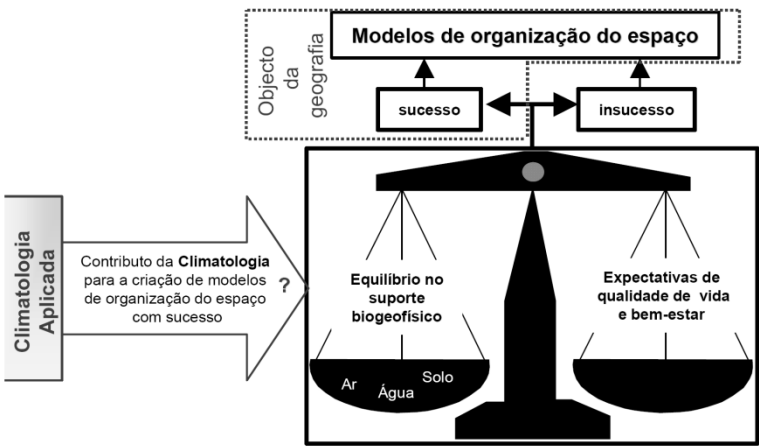


Fig. 7 – Contributo da Climatologia para recriar espaços urbanos sustentáveis (Monteiro, 2008).

4. O envolvimento do clima nas estratégias de planeamento urbano – o conforto bioclimático

Uma das formas de incluir o conhecimento climatológico nas estratégias de planeamento urbano sustentável e de o utilizar para transformar o *modus operandi* da sociedade em geral e dos fazedores do território em particular, pode ser através de um apelo explícito às consequências que a sua exclusão pode ter na saúde e na qualidade de vida.

Se tivermos em consideração que os seres humanos são das espécies que têm limiares de resistência e adaptabilidade mais estreitos ao contexto termo-higrométrico *indoor* e *outdoor* (Tab. 4), é possível motivar o interesse dos utilizadores dos espaços urbanos para outro paradigma de qualidade de vida e bem-estar em espaços urbanos. Só assim será possível transformar programas, planos e acções exequíveis porque o público-alvo deixa de os entender como sacrifícios e passa a percebê-los como benefícios.

Tab. 4 - Síntese das características climatológicas geradoras de "Ambiências (Des)Confortáveis" (extraído de Rodrigues, B., 1978).

T°C acima dos 24°C Humidade Relativa acima dos 60%	Ambiência Quente Lassidão física e intelectual. Transpiração ao mais pequeno movimento Mal-estar psíquico se a humidade relativa ultrapassar os 80%
T°C acima dos 30°C Humidade Relativa = 40%	Ambiência Quente Sensação incómoda de abatimento e cansaço Excitação nervosa, depressão, abrandamento do ritmo cardíaco
T°C > 38°C Humidade Relativa = 70%	Ambiência Quente Pode ocasionar um "Golpe de Calor Fatal" (morte)
T°C < 14°C Humidade Relativa = 70%	Ambiência Fria Constricção dos vasos sanguíneos dos dedos, orelhas e nariz
T°C entre os 0°C e os 10°C	Ambiência Fria Efeitos patológicos associados com a constricção dos vasos sanguíneos cujos efeitos podem ser irreversíveis se a exposição for prolongada

Carvalho (2006), na sua análise bioclimática da cidade do Porto revelou que o único mês absolutamente confortável é Agosto já que em todos os outros é necessário arrefecimento ou aquecimento artificial (Fig. 8).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Janeiro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,5	67,5
Fevereiro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	44,2	55,8
Março	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,3	35,4	34,4
Abril	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	33,9	39,5	26,6
Maio	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,2	61,8	0,0
Junho	33,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	67,0	0,0	0,0
Julho	44,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	55,6	0,0	0,0
Agosto	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,0	0,0	0,0
Setembro	40,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	59,7	0,0	0,0
Outubro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	66,7	33,3	0,0
Novembro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,3	43,4	31,3
Dezembro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,7	49,3
Total	15,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,9	27,2	20,9

Legenda:
1- Zona de Conforto
2 - Ventilação
3- Arrefecimento Evaporativo
4 - Inércia Térmica para Arrefecimento
5 - Arrefecimento Artificial
6 - Humidificação
7 - Inércia Térmica e Aquecimento Solar
8 - Aquecimento Solar Passivo
9 - Aquecimento Artificial

Fig. 8 - Necessidades bioclimáticas da cidade do Porto (%), segundo GIVONI (Carvalho, 2006, p.203)

Ao nível de projecto, deve ser dada uma atenção especial à orientação dos edifícios por causa da carência de aquecimento durante o Inverno e atenta ao facto do vento predominante de Verão soprar de NW (Fig. 9). A implantação correcta será NW-SE para poder aproveitar as vantagens da ventilação natural embora em situações de grande exposição do edifício possa ser necessário a formação de um ligeiro ângulo oblíquo em relação aos ventos. As aberturas a N e a S devem ser de tamanho médio (de 25 a 20% nas janelas voltadas a N e S). As aberturas voltadas a leste também são aconselhadas para aproveitar a luz solar durante o Inverno.

Dados Locais (1975-2005)

Local: Porto **Latitude:** 41°08' N
Altitude: 93 m **Longitude:** 08° 36' W

Limites Conforto Dia - 20-25° C
Limites Conforto noite - 14-20° C

TMA = 16° C
ATA= 19° C

Temperatura Média

Temperatura Média em ° C	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Máxima média mensal de temp. (T _{max})	14	15	17	18	20	23	25	25	24	20	17	14	19,3
Mínima média mensal de temp. (T _{min})	6	6	8	9	11	14	15	15	14	12	9	7	10,5
Amplitude Térmica mensal (AT)	8	9	9	9	9	9	9	10	10	9	8	7	8,8

Humidade Relativa

Humidade Relativa em (%)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Humidade Relativa Média (URM)	81	79	75	75	77	76	76	77	78	81	82	81	78
Grupo de Humidade (GU)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Precipitação

Precipitação em mm	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Precipitação mensal	153,0	128,3	106,3	116,6	88,2	34,8	19,4	31,1	70,6	166,6	161,7	194,7	105,9

Rigor Térmico Dia e Noite, adaptado de Harris (1999)

RT dia por TMA	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Frio												
Confortável												
Quente												
RT noite por TMA	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Frio												
Confortável												
Quente												

Indicadores	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Freq.
H1													0
H2													6
H3													0
A1													0
A2													0
A3													6

Fig. 9 – Tabela de Mahoney para a cidade do Porto (Carvalho, 2006, p. 213).

Tendo em consideração o conhecimento dos mosaicos microclimáticos portuenses é relativamente fácil convencer utilizadores da cidade, os planeadores e os decisores a adoptarem algumas medidas que promovam maior conforto e não incitem balanços energéticos indesejados (Fig. 10).

Contudo, para obter os resultados esperados é necessário garantir que a integração das preocupações com o conforto bioclimática é incluída em todas as escalas espaciais de intervenção (Fig. 11) e que procura criar as melhores condições de conforto tanto *indoor* como *outdoor* (Fig.12).

A garantia de uma gestão do território que promova efectivamente a habitabilidade dos espaços urbanos implica um esforço permanente de leitura e interpretação da realidade que acolha o maior número possível de competências dentre as quais naturalmente a climatologia. E, é possível com a arquitectura legal em vigor actualmente em Portugal, proceder a esta mudança de paradigma de cidade se forem definidos objectivos em cada uma das peças de regulação territorial e se houver uma monitorização constante dos sinais emitidos quer pela sociedade, quer pelo suporte biogeofísico (Fig. 13).

	Estratégias bioclimáticas	Sistemas Passivos	
Aquecimento	Promoção ganhos solares (1/2/3)	<ul style="list-style-type: none"> Orientação do edifício através de superfícies envidraçadas (1) Aberturas reduzidas nas orientações de < radiação solar incidente (1) Edifícios orientados no eixo leste-oeste (4) Cores médias ou escuras de fachadas e de telhados para > absorção de calor (3) 	
	Restrição da condução (2)	<ul style="list-style-type: none"> Isolar o edifício 	
	Promoção de Inércia Térmica (1/5)	<ul style="list-style-type: none"> Paredes espessas com isolamento pelo exterior Relação adequada entre massa térmica e aberturas 	
Arrefecimento	Redução de ganhos solares	<ul style="list-style-type: none"> Sombreamento nos envidraçados Aberturas médias - 20-40% (3) 	
	Promoção de ventilação (2/5)	<ul style="list-style-type: none"> Ventilação cruzada (nocturna) Colocação de tubos enterrados horizontalmente no solo - arrefecimento pelo solo Salas dispostas em fileira dupla com provisão temporária do movimento de ar (4) - arrefecimento pelo solo Promoção de formas de ventilação natural com base no conhecimento da actividade metabólica e no vestuário dos indivíduos 	
	Por evaporação (2/5)	<ul style="list-style-type: none"> Utilização de mosaicos de água na envolvente de edifícios - arrefecimento por evaporação indirecta 	
	Por radiação (2)	<ul style="list-style-type: none"> Utilização de materiais (revestimento e cor) reflectivos - arrefecimento radiativo 	
	Promoção de Inércia Térmica (1/5)	<ul style="list-style-type: none"> Paredes espessas com isolamento pelo exterior Inércia térmica acompanhada de capacidade de isolamento 	

Nota: Representação das *estratégias* ou *medidas* apresentadas pelos autores:

(1) - Givoni, (2) Watson & Labs, (3) Mahoney, (4) Olgay e (5) Szokolay

Fig. 10 - Estratégias bioclimáticas a incorporar nos edifícios da cidade do Porto (Carvalho, 2006, p.215)

Factores naturais , urbanísticos e de edificado influentes no conforto térmico			
	Escala cidade	Escala urbanística	Escala edifício
Radiação Solar	<ul style="list-style-type: none"> • Declives • Exposição de vertentes 	<ul style="list-style-type: none"> • Sky View Factor • Geometria do espaço público (orientação das ruas + ângulo de obstrução) • Espaçamento entre edifícios do mesmo lado de rua • Densidade do desenho urbano 	<ul style="list-style-type: none"> • Orientação da fachada • Tipo de isolamentos • Altura do edifício • Tipologia de habitação (nº fachadas expostas) • Nº e dimensão janelas • Nº fachadas exteriores • Material construção das paredes exteriores • Cor das paredes • Tipo e material cobertura • Nível de massa térmica • Ângulo de obstrução do edifício
Humidade	<ul style="list-style-type: none"> • Declives • Exposição vertentes • Distância ao mar • Distância ao rio • Presença de ribeiros ou lagos • Dimensão de espaços verdes • Ruas arborizadas 	<ul style="list-style-type: none"> • Presença de árvores na rua ou na envolvente • Orientação das ruas • Permeabilidade dos solos 	<ul style="list-style-type: none"> • Orientação da fachada • Altura do edifício • Densidade de vegetação • Tipo de espécie florestal • Altura da vegetação • Tipo de isolamentos • Ângulo de obstrução do edifício • Proximidade a um mosaico de água (lago, piscina, etc) • Inclinação do telhado
Ventilação	<ul style="list-style-type: none"> • Declives • Hipsometria • Densidade construtiva • Exposição de vertentes 	<ul style="list-style-type: none"> • Sky View Factor • Posição edifícios face à rua (Efeito aerodinâmico do vento) • Orientação das ruas • Espaçamento entre edifícios do mesmo lado de rua • Geometria (relação entre H/W) • Rugosidade da superfície • Porosidade da superfície 	<ul style="list-style-type: none"> • Plano predominante das janelas • Dimensão das janelas • Nº janelas e relação entre si • Orientação do edifício em relação ao vento predominante • Altura do edifício • Tipologia de habitação (nº fachadas expostas) • Densidade de vegetação • Tipo de espécie florestal • Altura da vegetação

Fig. 11- Integração em escalas diversas dos factores que interferem nos contextos térmicos *indoor* e *outdoor* (Carvalho, p.138).

Contexto climático			Contexto climático			Contexto climático		
Indicadores	Outdoor	Indoor	Indicadores	Outdoor	Indoor	Indicadores	Outdoor	Indoor
■ VEGETAÇÃO	- Densidade de Vegetação	✓	■ OBSTACULOS	- Efeitos do Vento	✓	■ VEGETAÇÃO	- Densidade de Vegetação	✓
	- sem árvores			- Pilotis			- sem árvores	
	- < 6 árvores			- Esquina			- < 6 árvores	
	- > 6 árvores			- Barreira			- > 6 árvores	
	- Tipo de Folha	✓		- Venturi			- Tipo de Folha	✓
	- Caduca			- Canalização			- Caduca	
	- Perene			- Esteira			- Perene	
	- Mista			- Redemoinho			- Mista	
	- Altura de Árvores	✓		- Zonas de pressão diferente			- Altura de Árvores	✓
	- 0-1m			- Malha			- 0-1m	
- 1-2 m		- Pirâmide		- 1-2 m				
- 2-3 m				- 2-3 m				
- Idem				- Idem				
■ ORIENTAÇÃO DAS RUAS		✓	■ MATERIAIS	- Cor das paredes	Outdoor Indoor	■ ORIENTAÇÃO DE EDIFÍCIOS		✓
	- Norte-Sul			- Amarelo			- N	
	- Oeste-Este			- Azul			- S	
	- Nordeste-Sudeste			- Bege			- W	
	- Nordeste-Sudoeste			- Branco			- E	
	- Largura da rua (w)	✓		- Cinzento			- NW	
	- Altura do edifício em estudo (H)	✓		- Creme			- NE	
	- Altura do edifício em frente (H)			- Preto			- SW	
				- Rosa			- SE	
				- Verde				
■ SKY VIEW FACTOR	- < 0,5		- Vermelho			■ POSIÇÃO DE EDIFÍCIOS FACE À RUA		✓
	- = 0,5		- Tipo de cobertura		- Obliquo			
	- > 0,5		- Telha vermelha		- Paralelo			
	- [0]		- Telha preta					
	-]0-0,5]		- Clarabóia					
	-]0,5-1]		- Tela					
			- Massa térmica					
			- Pedra					
			- Cimento /betão					
			- Cimento betão e Pedra					
■ DENS. DESENHO URBANO	- Baixa [0-33,3%]	✓	- Idade do edifício		✓	■ ALTURA EDIFÍCIO		✓
	- Média [33,3-66,66%]		- < 5 anos		- 2,7 m (equiv. 1 piso)			
	- Elevada [66,6-100%]		- 5-15 anos		- 5,4 m (equiv. 2 piso)			
			- 15-25 anos		- 8,1 m (equiv. 3 piso)			
			- 25-35 anos		- 10,8 m (equiv. 4 piso)			
			- 35-45 anos		- 13,5 m (equiv. 5 piso)			
			- 45-55 anos		- Idem			
			- Estado de Conservação					
			- Sem necessidade de conservação					
			- Pequena necessidade de conservação					
■ POROSIDADE (dif.entre edif.)	- Em relação ao edifício da esquerda	✓	- Grande necessidade de conservação			■ ABERTURAS DOS EDIFÍCIOS		✓
	- Nula		- Muito degradado		- Tamanho das Janelas			
	- até 5 m				- Altura do Piso			
	- 5-10 m				- Orientação			
	- Em relação ao edifício da direita	✓						
	- Nula							
	- até 5 m							
	- 5-10 m							
	- Idem							
■ RUGOSIDADE (dif.entre alt.edif.)	- Nula	✓	■ ISOLAMENTOS	- Pelo exterior	Outdoor Indoor	- Nº Janelas por fachada		✓
	- até 2,7 m (equiv. H média 1 piso)			- Pelo interior			- Formas da janela	
	- 2,7-5,4 m			- Caixa-de-ar			- predominantemente vertical	
	- Idem						- predominantemente horizontal	
■ PERMEABILIDADE DOS SOLOS	- Relva	✓	- Proteções Solares			■ OBSTRUÇÃO FACHADA (+) ENVIDR.		✓
	- Pedra							
	- Asfalto							

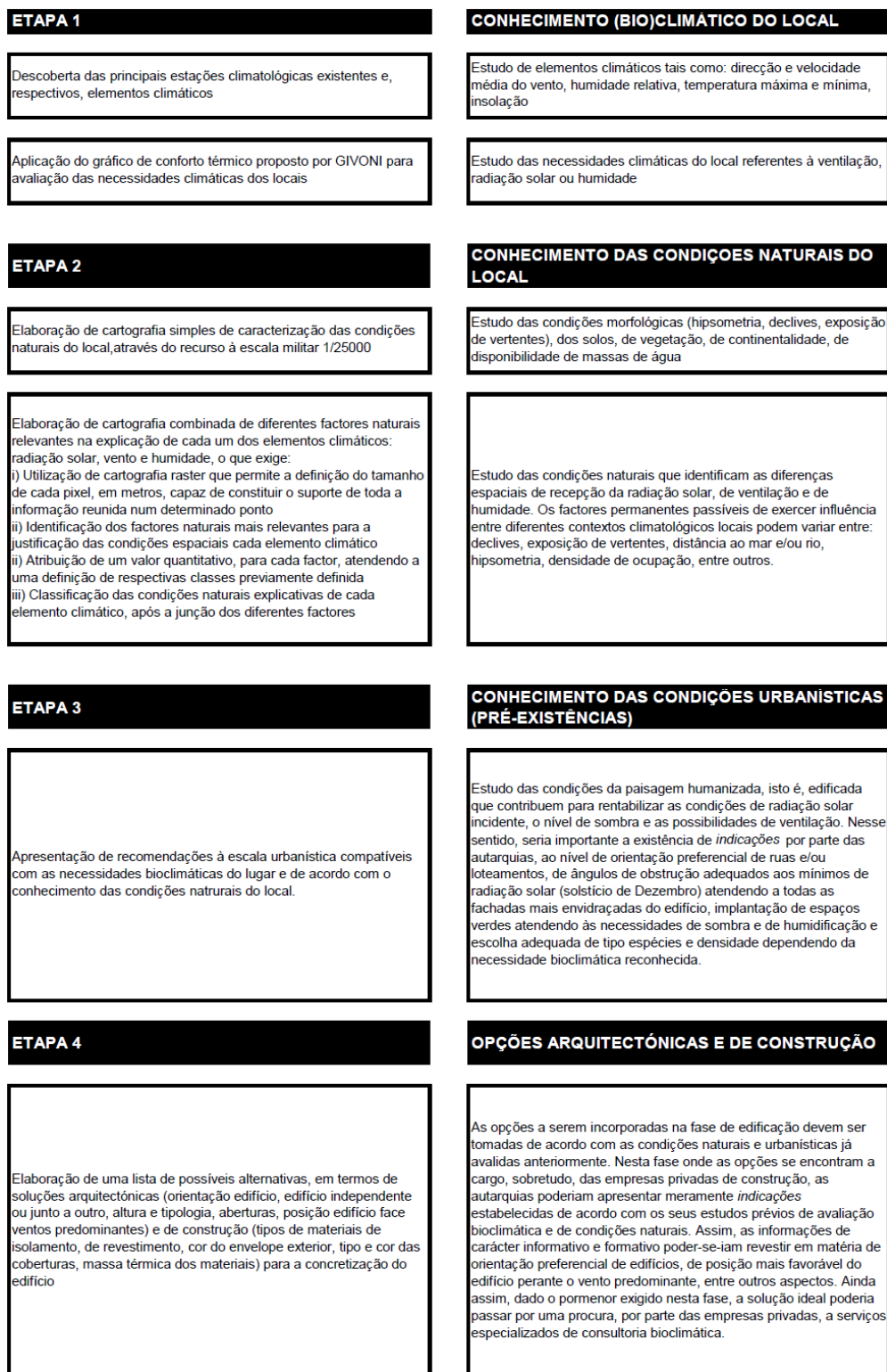


Fig. 13 - Proposta de análise bioclimática do território útil para o planeamento (Carvalho, p.160).

5. Considerações finais

Como acabamos de exemplificar é possível garantir a habitabilidade dos espaços urbanos mas para isso é necessário enveredar por outras formas de fazer cidade com os cidadãos e com o território.

Não é portanto necessário um retorno ao nomadismo do passado nem é preciso afastar os seres humanos da sua preferência pelo *modus vivendi* urbano porque a atractividade das cidades é incomensurável. O que é imprescindível é adoptar outra tática (*taktiké* = arte de manobrar), que permita atingir as metas delineadas na estratégia (ideia para o futuro).

A tática deverá garantir sempre uma abordagem sistémica de gestão dos territórios evitando que se adoptem soluções formais e funcionais vulneráveis e desvantajosas tanto do ponto de vista social, económico e ambiental. Sem uma visão prévia e adequada da forma, da dimensão e da vocação, os espaços urbanos podem passar a replicar amplificando todas as grandes ameaças que têm incrementado a vulnerabilidade dos seres humanos no planeta (Fig. 14). A coincidência territorial de profundas desigualdades sociais, económicas e ambientais num espaço que, por falta de visão sistémica, perdeu a sua vocação e os seus limites, transformam um bom modelo de organização do território num espaço extremamente vulnerável a todos os tipos de riscos.

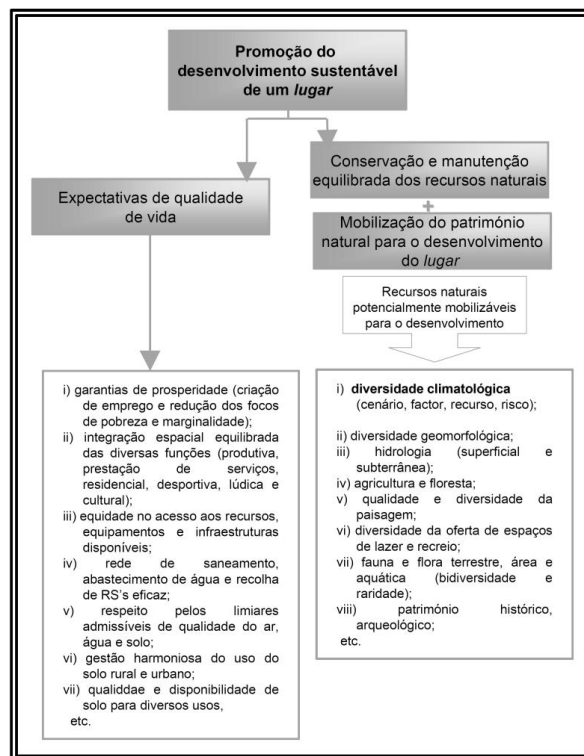


Fig. 14 – Condições necessárias para um processo eficaz de promoção de sustentabilidade urbana (Monteiro, 2008).

6. Bibliografia

Carvalho, V. (2006), *Contributos bioclimáticos para o planeamento urbano sustentável: medidas de mitigação e de adaptação enquanto resposta às alterações climáticas*, Dissertação de Mestrado em Planeamento e Projecto do Ambiente Urbano apresentada à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto

Douglas, I. (1983), *Urban Environment*,

Monteiro, A., Velho, S., Sousa, C., "Porto's diabetes's prevalence - a good reason to rethink urban planning", CITTA, CITTA 3rd Annual Conference on Planning Research, FEUP, Porto, 14 Maio 2010 (disponível em versão digital).

Monteiro, A. "A cidade – Um espaço de (des)encontros entre a evolução do conhecimento e qualidade de vida dos seres humanos", *Actas IX Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica – Climatologia e Gestão do Território*, Fortaleza, 26 a 30 de Setembro de 2010 (disponível em versão digital)

ANA MONTEIRO

-VII SEMINARIO DE URBANISMO INTERNACIONAL (SUI) - *Temas y proyectos para una ciudad habitable*. Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, Mexico, 25-29 Abril 2011.

- Monteiro, A., Sousa, C., Velho, S., Carvalho, V., “La santé et le climat après une analyse des admissions hospitalières d’individus avec tuberculose à Porto (2000-2007)”, *23 Colloque de L’Association Internationale de Climatologie*, Rennes, Agosto de 2010, p.421-426
- Madureira, H., Monteiro, A., Góis, J. (2010), “Utilisation des images Landsat – 7 pour l’analyse de la distribution spatiale des températures à Porto (Portugal)” *23 Colloque de L’Association Internationale de Climatologie*, Rennes, Agosto de 2010, pp. 355-360
- Monteiro, A. «Desenvolvimento, Sustentabilidade ou a busca por um melhor índice de felicidade bruta – o contributo da climatologia urbana», *Geografia, Tradições e Perspectivas : Interdisciplinariedade, meio ambiente e representações*, A. Lemos, E. Galvani (org.), Clacso & Expressão Popular, São Paulo, 2009
- Monteiro, A., Matos, F., Madureira, H., *Improving the Quality of Suburban Building Stocks – Porto: Case Study*, Cost Action TU0701, Cost Office, Brussels, 2009, 86p (disponível em papel e em versão digital).
- Monteiro, A., Madureira, H., “The shape and magnitude of Porto’s heat island”, *45th ISOCARPCongress 2009*, FEUP, Porto, 2009, p.1-15, (disponível em versão digital).
- Monteiro, A., Madureira, H., Porto - an urban area on the way to happiness, CITTA, CITTA 2nd Annual Conference on Planning Research Planning in Times of Uncertainty, FEUP, Porto, 2009, p.1-20, (disponível em versão digital).
- Monteiro, A., Amorim, A., Sousa, E., “Utilização do Cadastro Territorial Multifinalitário na gestão de riscos”, *Territorium*, nº16, Coimbra, 2009, p.25-30
- Monteiro, A., Amorim, M. “Episódios extremos de precipitação e a fragilidade dos ambientes urbanos: Exemplos de Portugal e do Brasil”, *Riscos*, Universidade de Coimbra, 2009, (no prelo)
- Monteiro, A., “As cidades e a precipitação – uma relação demasiado briguenta”, *Revista Brasileira de Climatologia*, Publicação da Associação Brasileira de Climatologia, Ano 5, Volume 5, Setembro de 2009, p.7-25
- Monteiro, A., “As cidades e a precipitação – como mediar uma relação cada vez mais conflituosa”, *Inforgeo*, Associação Portuguesa de Geógrafos, 2007/2008, p.9-23
- Monteiro, A., “Depois da Tempestade não vem a bonança – Uma reflexão em torno da Variabilidade da Precipitação no Porto (Serra do Pilar) ”, *Actas do 5º Simpósio de Meteorologia e Geofísica da Associação Portuguesa de Meteorologia e Geofísica*, Peniche, 5-8 Fevereiro de 2007, p.49-54.
- Rodrigues, B., (1978) “A bioclimatologia e a produtividade laboral”, *Revista do Instituto Nacional de Meteorologia Geofísica*, Vol. I, p.5-71.

ANA MONTEIRO

-VII SEMINARIO DE URBANISMO INTERNACIONAL (SUI) - *Temas y proyectos para una ciudad habitable*. Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, Mexico, 25-29 Abril 2011.